

JP-A No. 229644/1997 (Date of publication: September 5, 1997)

This reference discloses an art for using cluster analysis in pass/fail judgment on the form of solder.

The cluster analysis and the discriminant analysis utilize completely different techniques and have no commonality at all.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-229644

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/24			G 0 1 B 11/24	K
H 0 1 L 21/66			H 0 1 L 21/66	A
				J
H 0 5 K 3/34	5 1 2		H 0 5 K 3/34	5 1 2 B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平8-33684

(22) 出願日 平成8年(1996)2月21日

(71) 出願人 000005429

日立電子株式会社

東京都千代田区神田和泉町1番地

(72) 発明者 住吉 正紀

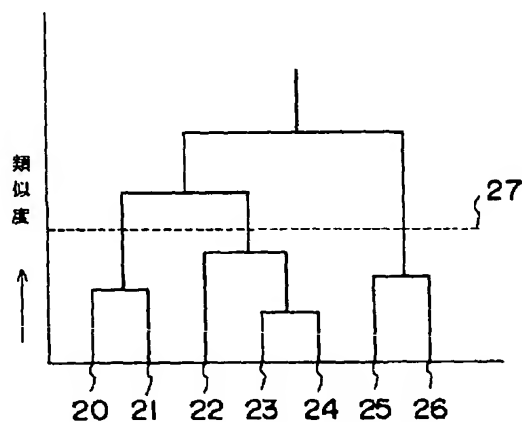
東京都小平市御幸町32番地 日立電子株式会社小金井工場内

(54) 【発明の名称】 外観検査方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 実装部品の状態を判定するためには、各カテゴリーごとのデータを集めた上で、判定基準となる特徴値(指標)を抽出し、実際の判定基準を作成する必要がある。この作業を統計処理を用いて行うことにより、大量のデータに基づいた判定基準を短期間に作成できるようにし、あわせて指標の最適化を効率よく行うことを目的とする。

【解決手段】 検査装置により得られるコードデータを用いて指標を作成し、同一クラス内では類似度が高くなるようにつ、異なるクラス間では類似度が低くなるようクラス分析を行うことで、当該指標の有効性を検討する。これにより指標の最適化を図る。また、このようにして作成された指標は、判別分析の指標として用い、良否判定の判定基準とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】被検査対象を撮像する撮像装置を設け、該撮像装置により、被検査対象の画像を取り込み、該画像により前記被検査対象の外観を検査する装置において、被検査対象の状態を示す予め決められたカテゴリに従い被検査対象を当該カテゴリの各々に分別するための指標を予め設定し、

前記被検査対象の画像を構成する各画素毎に検査対象の状態を示すコードを生成し、

該コードより前記被検査対象の状態を示す複数の前記指標の値を求め、

該指標の値が近いものを統合してクラス分けすることにより、前記カテゴリ間を分離する判別基準を求め、該判別基準により被検査対象の外観を検査することを特徴とする外観検査装置の外観検査方法。

【請求項 2】被検査対象を撮像する撮像装置を設け、該撮像装置により、被検査対象の画像を取り込み、該画像により前記被検査対象の外観を検査する装置において、予め決められた検査対象の状態を示すカテゴリに従い、被検査対象を当該カテゴリの各々に分別するための指標を予め設定し、

前記検査対象の画像を構成する各画素毎に検査対象の状態を示すコードを生成し、該コードより前記被検査対象の状態を示す複数の前記指標の値を求め、前記被検査対象の該指標の値が近いものを統合してクラス分けすることにより、クラスタ樹形を形成し、該クラスタ樹形に基づき、前記カテゴリ間を分離する判別基準を求めることにより前記クラスタ樹形を形成した被検査対象の外観を検査することを特徴とする外観検査装置の外観検査方法。

【請求項 3】被検査対象を撮像する撮像装置を設け、該撮像装置により、被検査対象の画像を取り込み、該画像により前記被検査対象の外観を検査する装置において、予め検査結果のカテゴリが分かっている検査対象と、該検査対象を選別するためのカテゴリに従い、被検査対象を当該カテゴリの各々に分別するための指標を予め設定し、

予め検査結果のカテゴリが分かっている検査対象の画像を構成する各画素毎に検査対象の状態を示すコードを生成し、該コードより前記被検査対象の状態を示す複数の前記指標の値を求め判定基準とし、

前記被検査対象の該指標の値が近いものを統合してクラス分けすることにより、クラスタ樹形を形成し、該クラスタ樹形に基づき、前記カテゴリ間を完全に分離されるまで指標を変更することにより、前記判定基準を最適化することを特徴とする外観検査装置の外観検査方法。

【請求項 4】請求項 1 項、または 2 項、または 3 項記載のクラスタにより、予め定めた前記検査結果のカテゴリ以外の結果が生じた場合に、前記クラスタにより新たなカテゴリを作成するようにしたことを特徴とする外

観検査装置の外観検査方法。

【請求項 5】請求項 1 項、または 2 項、または 3 項記載のクラスタにより、予め定めた前記検査結果のカテゴリに判別できない場合に、これらを前記クラスタにより同一のカテゴリとするようにしたことを特徴とする外観検査装置の外観検査方法。

【請求項 6】被検査対象を撮像する撮像装置を設け、該撮像装置により、被検査対象の画像を取り込み、該画像により前記被検査対象の外観を検査する装置において、被検査基板の検査対象面に対面する空間に設けた撮像装置と、

該撮像装置の中心に環状に複数配置した光源と、

該光源による照明を各段毎に切り換えて検査対象面に向け照射し、前記撮像装置により検査対象面の反射光を取り込み、その輝度比により前記被検査基板の検査対象表面の角度に対応する角度コードデータを各画素毎に生成する角度コードデータ生成手段と、

該角度コードデータ生成手段からの各画素毎の角度コードデータより検査対象表面の状態を示す指標の値を作成する指標値作成手段と、

該指標値作成手段により作成された指標値を基にして該指標の値の近いもの同士を統合することにより、前記複数の被検査対象の指標の値を前記カテゴリ別に分離する判別基準を求めクラス分けする手段とを有することを特徴とする外観検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、はんだ付けの状態を中心とする部品の実装状態をその外観によって検査する方法と操作に関するもので、特に、基板検査装置（たとえば段差照明式はんだ付け検査装置）において、検査対象（例えば、はんだ付けの状態）の判定基準の効率的かつ客観的な作成及びその最適化を目的とするものである。

【0002】

【従来の技術】外観検査装置の応用分野は多岐に渡り、また検査方式についても多様なものがある。例えば最近高密度化、多様化が進展しているプリント基板上の電子部品の実装状態や、はんだ付け接合部の外観検査機などもその例である。

【0003】電子機器に使用されるプリント配線基板の実装工程では、基板上に搭載された電子部品を接合するはんだ付け部分の良否が製品信頼性を左右するため、作業能率の向上や作業品質確保を目的とした、はんだ付け外観検査の自動化、機械化が一般化している。

【0004】このような外観検査装置の一例として、段差照明式はんだ付け外観検査装置がある。段差照明式検査装置そのものについては、例えば、基本原理が特公平 5-21403 に示されている。

【0005】これは、複数の異なる角度に設置された光

源を切り替えて点灯させることにより、上方に設置された撮像装置に、光源の段数分に相当する数の、光源の角度に対応した輝度分布の画像が得られる。ここで、基板上の部品位置及びランド位置をあらかじめ教示しておくことにより、部品のはんだ面でのデータを特定することができる。この範囲内の複数の画像データを同一の画素について比較することにより、その画素におけるはんだ表面の傾斜角を算出する。

【0006】このような段差照明を切り替えて得た画像情報を用いて、はんだ付けの状態を検査する検査装置は例えば、特開平4-301549、特開平4-346011、特開平5-301549、特開平6-66528等に紹介されている。

【0007】ところで、以上説明した段差照明検査装置に限らず、従来行っていた、被検査部品の実装状態を示すいくつかのカテゴリに判別するための基準作成の方法は、熟練した作業者が上述のようにして与えられたコードデータをもとに、はんだ量の不足、過多、欠品、未はんだ、良品等、各々のカテゴリに属する部品に共通して現れるコードの分布の特徴を調査・検討し、その特徴があるものを選択する方法や、その特徴を何種類か適用し、ふるいにかけて判別する方式などのアルゴリズムを適用していた。ところが、このようにして作成した判定基準であっても、これに従って検査を行った結果、誤判別を生じる割合が高い場合がある。このようなときなど判定基準の再考が必要であり、多大な労力を必要とした。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前述のような検査基準の作成方法では、被検査部品をその状態を示す適切なカテゴリに、判別することが可能である特徴（すなわち、各カテゴリ特有のコード分布）を判定基準として数式化・アルゴリズム化するまでには、多くの時間と労力そして経験が必要であり、作業者の主観的な判定となる。さらに一つの特徴だけでなく、何種類かの要素を複合して判定するアルゴリズム（例えば、欠品とはんだ過多をある判定基準では区別できないが、別の判定基準と組み合わせれば判定できるような場合）を採用した場合には、その組み合わせの順序を考慮したり、同時に何種類かのカテゴリの特徴的なパターンが現れている場合には、各々の特徴値に対して優先順位としての重み付けを行わなければならない場合が多い。その設定を行うには試行実験により評価を行う場合も多く、実際に実施した実験結果を次の判定基準作成に反映させるには時間と経験を要する。

【0009】本発明は前述のような問題点を解決するために、最適な判定基準を作成するための指標の評価を、統計解析処理を用いることで客観的・効率的に実施できるようにし、判定基準の最適化に要する労力を軽減することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は予め定めた指標に従い、初めに、多数個の被検査対象をカテゴリ（例えば、良品、半田過多、欠品）に分かれるようにクラス分けする。

【0011】指標が適切でない場合にはこのクラス分けが重なってしまう。つまり、1つの検査対象に対し、複数のクラスに属する判定がなされる。この場合には指標を変更し、再度検査すべきカテゴリ別になるように指標値の近いもの同士が同じグループに属するようクラス分けをし、判別関数を求める。クラスの重なりがなくなったとき、その指標は適切となる。その後、この指標、判別関数に従い、被検査対象をカテゴリに分けるようにしたものである。

【0012】より具体的には、本発明は被検査対象を撮像する撮像装置を設け、該撮像装置により、被検査対象の反射光を取り込み、検査対象の画像を構成する各画素に対応した検査対象の状態を示すコードを生成し、この角度コードより被検査対象の形状、状態等の諸特性を示す複数個のデータ、すなわち指標を作成し、これによりクラスタ分析を用いて判別基準作成のための指標の最適化に要する労力の軽減を行うものである。

【0013】このようなクラスタ分析を用いて、多数の被検査対象により、指標の評価を行い、あらかじめ定めた被検査対象のカテゴリ毎のクラスタ（集落）にまとめていき、カテゴリ間を最適に分離できる指標を作成し、その後、その指標に基づき、前記多数の被検査対象について、各々属するカテゴリを判定する。

【0014】また、別法として、前述のようなクラスタ分析を用いての指標の評価は、ティーチングにおいて、あらかじめ検査対象を選別するためのカテゴリを定め、その一つ一つのカテゴリに属するべき多数のサンプルデータを教示していくことにより、そしてそのデータをクラスタ（集落）にまとめていくことで実施できる。この結果を基にカテゴリ間を最適に分離できる指標、判別関数を作成する。

【0015】このように、多変量解析の一つであるクラスタ分析を用いることにより、統計学的に大量のデータを短時間にかつ客観的に扱うことが可能となる。例えば、発明が解決しようとする課題の項目で述べたような、複数種類の指標を結合して判定基準の作成を行う場合には、サンプルデータのクラスタ化の段階で、それらの有用性が評価できる。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の実施例として先に説明したはんだ付け検査装置について、段差照明式はんだ付け外観検査装置を例として以下に詳細に説明する。

【0017】初めに本発明の実施例について、検査手順全体の流れを図2を用いて説明する。図2ではカテゴリの教示（ティーチング）は行うが、一般的な意味で

のティーチングモードを設けていない。つまり、サンプルそのものが検査対象であり、検査対象であるサンプルを処理し、判定基準を作成しその後そのサンプル自体の検査結果を求めるものである。これに対し、従来の一般的な検査方法ではティーチングモードを設け、このときに使用するサンプルデータはあくまでもサンプルであり、サンプルそのものを検査するものではない。

【0018】なお、本発明の実施例では検査対象は一例として、電子部品が実装されたプリント基板のはんだ付け部とする。

【0019】予め、スタート111の前に指標の設定を行う。検査結果の各カテゴリー（例えば、良品、半田過多、欠品）の特徴が現れるような指標を定めておく。

【0020】つぎに、すべての検査対象のコードデータを求める。基板搬入、コードデータの作成113。次に、検査基板各々のコードデータから指標値を抽出する114。次にカテゴリーの教示（ティーチング）とサンプルの蓄積を行う115。なお、カテゴリーの教示はスタート前であってもよい。113、114、115をすべての検査対象のコードデータ、指標値が求まるまで繰り返す112。

【0021】次にクラスタに分類する116。前記114にて定めた指標に従い、指標値が近いもの同士がグループを形成するように検査しようとする被検査基板全てのクラス分け（クラスタ分析）を行う116、117、118。このクラスタ分類は本発明の要点であるため、後に詳細に説明する。

【0022】次に、判定基準（判別関数の抽出）を作成する119。前段で求めたクラス分けをするための判定基準を求める。判定基準とは、すなわち、一例として、判別関数である。判別関数とは図8の一点鎖線95に示すような、指標値に基づきサンプルデータを分離する関数である。同図において、90、91、92はサンプルデータで、X1、X2は指標値を示す。

【0023】前項にて求めた判別関数に基づき、前記被検査基板のカテゴリー（つまり検査結果）を求め、カテゴリーを判定する120。

【0024】図4は段差照明式はんだ付け検査装置の基本システム構成を示す図で、40はリング状の照明器で、40-1は上段照明、40-2は中上段照明、40-3は中下段照明、40-4は下段照明装置である。41はテレビカメラ等の映像入力用の撮像装置、43は被検査部品50を搭載した基板を移動するX-Yテーブルによるステージ、44は撮像装置41の映像信号、45はAD変換器等を含む記憶装置、46は照明切り換え装置、47はコード生成部、48は移動テーブル制御装置、49は認識処理部である。

【0025】同検査装置においては、撮像装置41の光軸を中心にして複数段に点光源を配置した環状の光源40を有し、基板上の検査対象50に対して各段毎に別個

に光を照射する。基板はX-Yテーブル43上に搭載されており、全検査対象を映像入力装置の視野内に移動し検査することが可能となっている。ここで、理解を容易にするために、図5に基づき基本原理を説明する。同図において、50はリード部、61ははんだ部、60はランド部である。

【0026】光源より照射された光は、はんだ表面等に到達し反射されるが、周知のように同一の角度から照射された光は、反射面の角度の違いによりその反射方向が異なってくる。具体的に換言すると、上段照明40-1の高角度からの光は反射面が低い角度のときに上方に反射され、下段照明40-4の低角度からの光は反射面が45°に近い角度のときに上方に反射されることになる。図4に戻り、前述のように複数の異なる角度に設置された光源を切り換えて点灯させることにより、上方に設置された撮像装置には、光源の段数分に相当する数の、光源の角度に対応した輝度分布の画像が得られることになる。そこで、基板上の部品位置及びランド位置をあらかじめ教示しておくことにより部品のはんだ面でのデータを特定することができる。この範囲内の複数の画像データを同一の画素について比較することにより、その画素におけるはんだ表面の傾斜角を算出する。

【0027】こうして算出された角度を低角度から順に例えば1から8の角度コードとして表現する。これを説明するのが図6と図7である。図6は検査対象のはんだ面を斜め上方からみた外觀図で、更に、区別を示すマトリクス線の線を示している。

【0028】図7はこのマトリクスに対応して得られた角度コードを示す。なお、図6と図7のマトリクス分割数とコードには相互の関連性はない。すなわち、図7の例で示す角度コードの値は、図6に示す例の状態を示すものではない。また、マトリクス分割数は一致していない。

【0029】なお、検査対象の映像を画素毎に分解し、各画素にその画素の状態、すなわちはんだ表面の角度に応じたコードを付するまでの技術は先に述べたとおり、周知である。

【0030】通常、検査装置には動作モードとして、通常のインラインでの検査を行うための検査モードと、オフラインで各種のパラメータを教示したり、それに関するデータを採取するためのティーチングモードを有しているものがある。が、本実施例では、前述のごとく、本発明の特徴が明確になるように通常のインラインでの検査を行うための検査モードについて説明する。ハードウェア構成上は各種データを保存するためのデータベース51（図4参照）を設置する。

【0031】ここで、前記の指標について説明する。指標は統計処理において解析を行う対象の特徴を示している変数である。指標としては図7に示すようなコードデータを加工し、求めるものである。例えばコードマト

リクス全体をn等分し、各区画のコードの平均値を計算する。あるいは、コードマトリクスの中心を求め、この近傍のコードの平均値を求めるなどである。このような処理により導き出した値である。ただし、マトリクスの一つ一つの要素(コード)をそのままの形で採用したものであってもよい。

【0032】以下、具体的に指標を作成し、それを最適化し、カテゴリー判別を行う方法について詳細に説明する。

【0033】一例として、3つの実装状態を示すカテゴリー(例えば良品と欠品およびはんだ過多)からなる対象についてそれらを判別する場合について説明する。

【0034】初めに、検査対象の特徴を示すデータである指標を作成し、その作成方法の最適化を行う場合について各図を用いて説明する。

【0035】各部品に対して先に言及した方式により図7に示すような被検査部品のはんだ面のコードデータを、図4のコード生成部47で作成する。

【0036】基板搬入、コードデータの作成113。このコードデータから認識処理部49において、前記指標を数種類から数十種類程度求める。以下の実施例では説明を簡単にするため、指標の数は2つとする。指標の算出114。

【0037】ここで、この指標の算出について説明する。

【0038】以下の説明においては、図7に示すようにコードデータを点線で示す直線82で2等分し、その平均値を指標値として判定基準を作成する。つまり、2等分することにより2種類の指標が作成されることになる。(n当分であればn種類の指標)。なお、どのような位置でマトリクスを分割するか、あるいは何等分する*

*かは求めるカテゴリーの種類により、決定する。

【0039】この実施例では2等分の例として図7の点線82で示すようにコードデータを上下に分割する場合、分割された上側80及び下側81の各区画について含まれる画素のコードの算術平均を計算する。今、上側80の平均値をx1、同様に下側81の平均値を変数x2で表す。カテゴリーの教示、サンプルの蓄積115を行う。

【0040】このようにして算出・蓄積された指標値により、前述の3つのカテゴリー良品、欠品、過多が分離できるかどうかの評価をクラスタ116により判断する。このようにして算出された平均値を、あらかじめ判定結果として分類するために定めた実装状態を示すカテゴリー毎に蓄積していく。

【0041】次にこのクラスタ分析について詳細に説明する。

【0042】いま、サンプルのデータをx1、x2を軸とする2次元平面上にプロットした場合、図8に示すような分布になったとする。同図は3つのサンプルデータの指標値X1、X2の分布を示すものである。つまり、同図では全てのデータのうち、代表点として90、91、92の3点を示している。次にこれらの点を、クラスタ分析の手法によりあらかじめ定めた基準に従って統合していく。ここでは、この基準(類似度)として式(1)に示すユークリッドの距離を用いることとし、データ間の結合方法として最も距離の短いもの同士を結合していくものとする。

【0043】式1

【0044】

【数1】

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ji} - x_{ji'})^2} \quad (1)$$

ただし、 $\{x_{ji}, i=1, \dots, n \text{ (データ数)}\}$

$j=1, \dots, m \text{ (指標数)}\}$

: x_{ji} : 間隔尺度

【0045】なお、結合されて組み(複数の点の集合体): クラスタとなったものと、他の組み(あるいは1つの点)との統合については、各組みに含まれる全ての点の対の中で最も距離の短いものの間の距離に基づいて結合するものとする。

【0046】ここで、この結合された組と組との結合の方法(距離の定義の方法)には、上述の最短距離法以外にも、各クラスタ内の重心を求めてこれを当該クラスタの代表点とし、この代表点間の距離をクラスタ間の距離と定義する重心法や、最長距離法、群平均法、メジアン

法、ウォード法等があり、それぞれが独自のクラスタ分析の方法となっている。なお、これらのクラスタ分析の手法、及び名称については、現代数学社1983年初版発行、田中豊・脇本和昌著「多変量統計解析法」、及び、共立出版1984年初版発行、田中豊・垂水共介・脇本和昌著「パソコン統計解析ハンドブックII量解析」等に詳しく説明されている。

【0047】この方法では、図8に示す例においては、まず点91と点92が結合され、続いてこれらの組と点90とが結合される。

9

【0048】このようにして全てのデータが結合されるまでの過程を、縦軸に距離（類似度）をとって図示すると図1に示すような樹形図になる。同図はサンプルデータが7つの場合をしている。このようにして得られた樹形図に対して、ある類似度（距離；この場合には高さ）で切る（点線27）ことで、図1の例では3つのクラス（点20と21、点22と23及び24、点25と26のクラス）が形成される。このようにして分けられたクラスが、実装状態、つまり、はんだの良品、欠品、過多を示すカテゴリとなる。

【0049】次に、クラスターの最適化を行う方法としては、図2フローチャートのように、与えられたカテゴリのデータに対してクラスター分析処理を行った結果、図3に示すように、同一のカテゴリに含まれるデータはできるだけ類似度が高く（短い距離で）、異なるクラスター間ではできるだけ類似度が低くなる（長い距離で）結合されるように指標の調整を行う。3つのカテゴリは、カテゴリ30ははんだ過多、カテゴリ31は良品、カテゴリ32は欠品を示す。

【0050】図3の例ではサンプル数16の場合の樹形図を示している。次に、このクラスター分析の具体的な例について詳細に説明する。なお、ここで、用いるクラスター分析の手法としては、各クラスター間の距離として、各々のクラスター内に含まれるデータの重心位置を比較する重心法を用いることとし、以下の説明は図3に示したサンプル数16のクラスター分析のステップについて説明する。

【0051】図10は検査対象各サンプルの結合過程を示す図である。図11は各検査対象の指標値を示したものである。図12から図26はユークリッド距離に対応するクラスター分析のステップを示すものである。言い方を換えれば、図12から図26はサンプルの結合過程を順に示した図である。

【0052】図12から図26において、縦軸と横軸の1から16の数値は検査対象被検査基板のサンプル番号を示す。また、各サンプルはそれぞれが1つのクラスターである。縦軸と横軸の交差する欄に示される数値は各サンプル相互間のユークリッド距離を示す。先に述べたようにユークリッド距離は類似度を示す。

【0053】ここで、図12から図26の距離の値について説明する。

【0054】2点間のユークリッドの距離は式(2)

式(2)

【0055】

【数2】

$$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

【0056】であるが、図中の距離値は

【0057】

【数3】

$$\sqrt{a}$$

【0058】のaの値の小数点第3位で切捨てたものである。

【0059】図12から分かるように、第1ステップでは、サンプル番号1とサンプル番号5を統合（距離値1.01）し、図3に示すようクラスターを作り、小さいほうの番号でこれを代表する。このため、サンプル番号5の統合により第2ステップである図13ではサンプル番号5の項目のユークリッド距離の値がなくなっている。次に、サンプル番号1とサンプル番号5で構成されるクラスター1を代表する位置、つまり、両者の重心が新たに計算される。これにより、クラスターの位置が変化したため、サンプル番号1とその他のサンプルとの距離が変化している。

【0060】次にサンプル番号2とサンプル番号9とが距離値0.01で統合され新たなクラスターを作る。これをクラスター2とする。サンプル番号9の統合により、図14ではサンプル番号9の項目のユークリッド距離の値がなくなっている。このようにして、図15、図16と進み、図17ではサンプル番号13とサンプル番号14が統合される。

【0061】その結果、図17に示すように、クラスター13とサンプル番号6の距離値が最短となり、両者が統合される。以下これを図18、図19、図20、図21、図22、図23、図24、図25と繰り返し、最後に第15ステップ、図26、に示すように、クラスター1とクラスター3とが距離値30.13で統合される。このときの結合過程を示すのが図10である。

【0062】このようなクラスター分析の結果、得られたカテゴリに正確に分類されれば、その時の指標を基に、判別基準を作成し、その基準に基づき、全サンプルの判定を行う。判別基準はたとえば図8に示す判別関数（一点鎖線95）である。最適化終了118。

【0063】ここで、異なるカテゴリのデータが相互に結合される場合には、指標が不適切であることが分かる。つまり、その指標で検査対象を表すと図9に示すように各カテゴリのデータの分布が重なり合ってしまう。この場合、X1、X2の2つの指標では判別できないことが分かる。この場合には、指標の変更を行いこのような状態にならないように調整する。最適化終了118、No、指標の再設定、指標値の算出117。

【0064】また、クラスター分析を実施した結果、あらかじめ調査した検査結果と異なる結果が得られた場合及び、実装状態が未知である基板のデータを用いてクラスター分析を行った場合には、このクラスター分類に従って新たなカテゴリ分けを行うことで、その実装ラインに即した実装状態判定用のカテゴリを作成できる。

【0065】このようにして作成された指標は、判別分析などの手法に適用することで実装状態判定基準の作成

に用いる。

【0066】また、検査装置には動作モードとして、通常のインラインでの検査を行うための検査モードと、図27のフローチャートに示すよう、オフラインで各種のパラメータを教示したり、それに関するデータを採取するためのティーチングモードを有していてもよい。

【0067】本発明では検査対象をすべて検査したところで検査結果が得られる。しかし、検査対象となる基板の種類が同じで、カテゴリーも同じであれば、このようにして得られた指標値をもとに、指標値のみから検査結果を求めることもできる。

【0068】図2では一般的な意味でのティーチングモードを設けていない。つまり、クラスタ分類、判定基準を作成したサンプルそのものが検査対象であり、前記検査対象であるサンプルを処理し、判定基準を作成し、その後そのサンプル自体の検査結果を求めるものである。

【0069】これに対し、図27に示すよう、ティーチングモードS131を設けて、ティーチングモードにおいて、あらかじめ実装されている部品の検査結果が分かっている基板を挿入し、クラスタ、判別値を先に求めてもよい。

【0070】図27のフローチャートは、ティーチングモードから示したもので、この場合はティーチングモードでクラスタ分類等よりサンプルデータの指標値を求め、検査モードではティーチングモードで求めた指標値との比較から基板のカテゴリーを判定するものである。図27の各ステップでの動作は先に説明したとおりであるが、簡単に説明する。基板搬入、コードデータの採取133、表値の算出134、カテゴリーの教示、サンプル蓄積135をサンプル料が適量になるまで繰り返す。サンプル量が適量132。次にクラスタ分類136、指標の再設定、指標値の算出137の後、最適化終了138、判定基準の作成139、その後検査モード150へ、検査モードでは基板の搬入、コードデータの採取133、指標値の算出134、判定135を行う。

【0071】以上の実施例では、はんだ表面の角度コードデータを得るために段差照明装置を用いた例を説明したが、はんだの表面の状態は角度でなくともその状態が分かれば、角度データでなくともよいことはもちろん、このような段差照明装置によらなくても、はんだ面の状況が分かるデータであれば、通常の照明器あるいはR、G、B等の色別照明器を用いた装置であってもよいことは、その説明から明らかである。

【0072】さらに、本発明は、外観検査をはじめ、センサにより得られたデータに基づきこれをクラス、あるいはカテゴリー毎に分ける装置に用いることができ、検査対象は、はんだ面に限られるものではない。はんだ面の検査以外の、例えばICやチップ部品のチェックなどにも、そのまま用いられることは言うまでもない。

【0073】

【発明の効果】本発明の手法を用いることにより、被検査部品に対してその実装状態に応じた判定を行う（カテゴリーに分類する）ための指標作成に関して、統計処理に基づいた大量のデータによる評価が行え、また各サンプルデータの分布状況（類似度）が数値化されて表れるため、指標の最適化が容易になり、あわせて費用の低減が期待できる。また、検査装置においては、実装ラインの状態の変更などにより誤判別を生じる場合があるが、この割合を少なくするため指標の最適化していく場合にも同様のことが言える。

【0074】また、実施例で示した例のように、コードデータを分割するという方法のみではなく、従来のように、作業者の経験に基づいて作成された指標の評価についても実際に検査アルゴリズムに組み込む前に評価が行えるため、作業量の低減が図れる。

【0075】また、例えば、実装状態が既知であるサンプルデータを用いた場合で、各カテゴリー間が分離されなかった場合には、当該指標が不適当である。あるいはもともとそのデータでは分類不可能である、などの判断材料となる。

【0076】さらには、実装状態が未知の基板のデータを用いて形成されたクラスタの状態を検討することで、形成されたクラスタに従った新たなカテゴリー分類を作成（つまり実装状態に即したカテゴリーの作成）を行うことも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のフローチャート

【図2】本発明の実施例のクラスタ分析による分類の概念図

【図3】本発明の実施例の最適化されたクラスタの状態図

【図4】段差照明検査機の構成図

【図5】段差照明検査機の原理説明図

【図6】段差照明検査機におけるマトリクス構成図

【図7】段差照明検査機におけるコード分布図

【図8】本発明の実施例のサンプルデータの結合方法説明図

【図9】本発明の実施例のサンプルデータ群の状態図

【図10】本発明の実施例を示す検査対象各サンプルの結合過程を示す図

【図11】本発明の実施例を示す各検査対象の指標値を示した図

【図12】本発明の実施例におけるユークリッド距離に対応クラスタ分析のステップを示す図

【図13】本発明の実施例におけるユークリッド距離に対応クラスタ分析のステップを示す図

【図14】本発明の実施例におけるユークリッド距離に対応クラスタ分析のステップを示す図

【図15】本発明の実施例におけるユークリッド距離に

(8)

14

13

対応クラスタ分析のステップを示す図

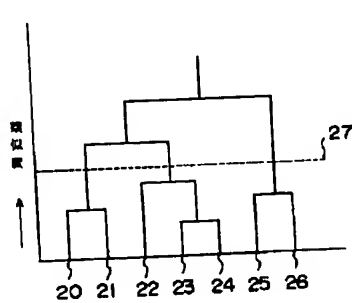
【図16】本発明の実施例におけるユークリッド距離に
対応クラスタ分析のステップを示す図【図17】本発明の実施例におけるユークリッド距離に
対応クラスタ分析のステップを示す図【図18】本発明の実施例におけるユークリッド距離に
対応クラスタ分析のステップを示す図【図19】本発明の実施例におけるユークリッド距離に
対応クラスタ分析のステップを示す図【図20】本発明の実施例におけるユークリッド距離に
対応クラスタ分析のステップを示す図【図21】本発明の実施例におけるユークリッド距離に
対応クラスタ分析のステップを示す図【図22】本発明の実施例におけるユークリッド距離に
対応クラスタ分析のステップを示す図* 【図23】本発明の実施例におけるユークリッド距離に
対応クラスタ分析のステップを示す図【図24】本発明の実施例におけるユークリッド距離に
対応クラスタ分析のステップを示す図【図25】本発明の実施例におけるユークリッド距離に
対応クラスタ分析のステップを示す図【図26】本発明の実施例におけるユークリッド距離に
対応クラスタ分析のステップを示す図

【図27】本発明の実施例におけるフローチャート

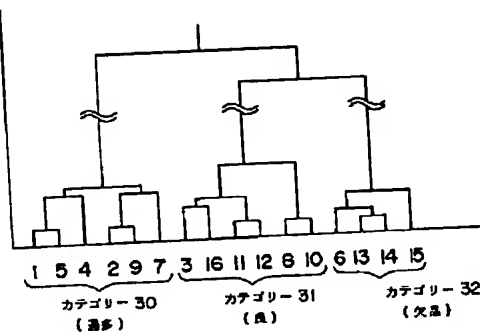
【符号の説明】

1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、1
2、13、14、15、16、20、21、22、2
3、24、25、26 サンプルデータ、27類似度、
30、31、32 カテゴリー、40 光源群、41
撮像装置、50 検査対象

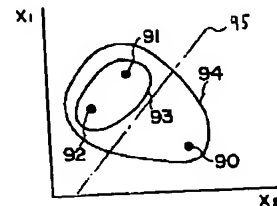
【図1】



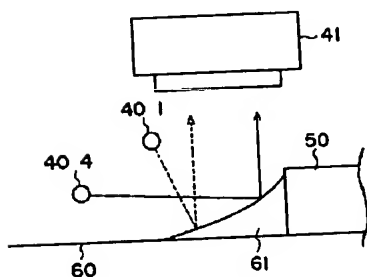
【図3】



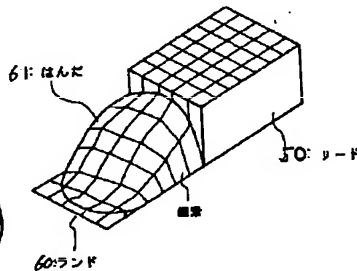
【図8】



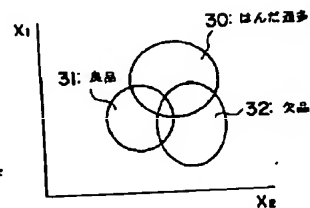
【図5】



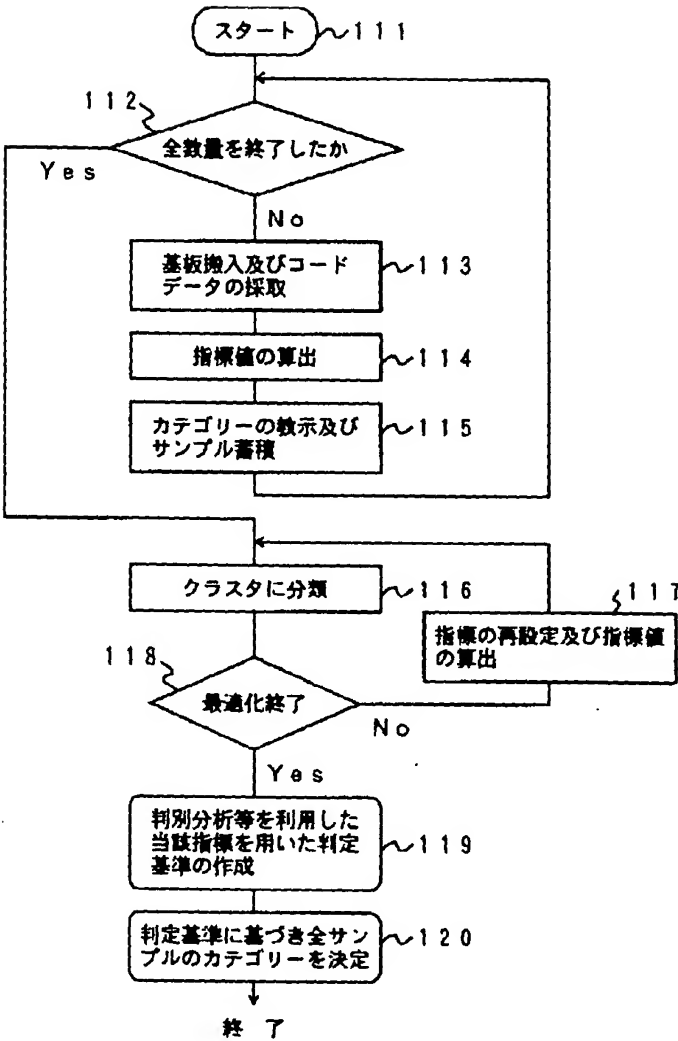
【図6】



【図9】



【図2】



【図11】

	X ₁	X ₂
1	2.3	2.2
2	2.5	2.4
3	5.3	5.6
4	2.3	2.4
5	2.2	2.2
6	7.5	7.3
7	2.5	2.6
8	5.8	5.6
9	2.6	2.4
10	5.8	5.5
11	5.5	5.4
12	5.5	5.3
13	7.4	7.2
14	7.3	7.4
15	7.6	7.4
16	5.4	5.5

【図10】

ステップ	サンプル or クラス	距離値
(1)	対象: 1 - 対象: 5	0.0100
(2)	対象: 2 - 対象: 9	0.0100
(3)	対象: 8 - 対象: 10	0.0100
(4)	対象: 11 - 対象: 12	0.0100
(5)	対象: 13 - 対象: 14	0.0100
(6)	対象: 6 - 対象: 13	0.0125
(7)	対象: 3 - 対象: 16	0.0200
(8)	対象: 2 - 対象: 7	0.0425
(9)	対象: 1 - 対象: 4	0.0425
(10)	対象: 8 - 対象: 15	0.0456
(11)	対象: 3 - 対象: 11	0.0625
(12)	対象: 7 - 対象: 2	0.1111
(13)	対象: 3 - 対象: 8	0.1506
(14)	対象: 3 - 対象: 6	7.0128
(15)	対象: 7 - 対象: 3	30.1383

特開平9-229644

[illegible][illegible]

特開平9-229644

[illegible][illegible]

特開平9-229644

[illegible][illegible]

特開平9-229644

[illegible][illegible]

特開平9-229644

[illegible][illegible]

特開平9-229644

[illegible][illegible]

特開平9-229644

[illegible][illegible]

特開平9-229644

[illegible]

【図27】

